

5. 音源の遠近による ITS 情報の優先度表現

5.1 本章の目的

5.1.1 ITS 情報の統合管理のための区分と優先度

近年，実用化に向け検討が進められている ITS においては，先進的技術を活用して，各種の障害物警報，経路誘導，システム作動状況などの情報をドライバに提供することが可能になる．これらの情報提供にあたり，情報の意味する重大性や，要請されている対応行動の緊急性を，迅速かつ円滑に伝達するためには，ドライバの感受性を考慮した適切な呈示方式を選択する必要があることが指摘されている [5-1][5-2]．

ドライバ向け情報項目区分は 1998 年度に作成された「車載システムアーキテクチャ」[5-3] をもとに 80 個のドライバ向け情報項目を抽出，検討した結果，(1) 警報系情報，(2) 経路案内系情報，(3) マルチメディア系情報，の 3 項目に分類された情報を統合管理することが必要であることがわかった [5-4]．具体的な情報内容は表 5.1 に示すとおりである [5-5]．

優先度は，安全性への寄与という観点から，「警報系」，「経路案内系」，「マルチメディア系」の順に高いと考えられている．基本的に，重大性・緊急性の高い情報は，その他の ITS 情報に割り込んで呈示されることになっている．また，視覚情報および聴覚・音声情報の両方を用いて呈示される (図 5.1)．

表 5.1 ITS 情報の統合管理のための区分と優先度

<p>(1) 警報系情報 (優先度：高) 自動車の運転操作における安全性の向上を直接の目的として提供される警報や注意喚起のための情報．前方/側方の衝突警報や居眠り警報など 17 項目．</p>
<p>(2) 経路案内系情報 (優先度：中) 経路選択支援等により，交通の円滑化と移動に関する利便性や快適性の向上を目的とする情報．ナビゲーションシステムの地図，自車位置，経路案内，渋滞情報，商用車の運行管理情報など 50 項目．</p>
<p>(3) マルチメディア系情報 (優先度：低) 安全性の向上や経路選択に直接関係しない一般的情報．インターネットによる通信や各種の紹介サービス情報など 10 項目．</p>

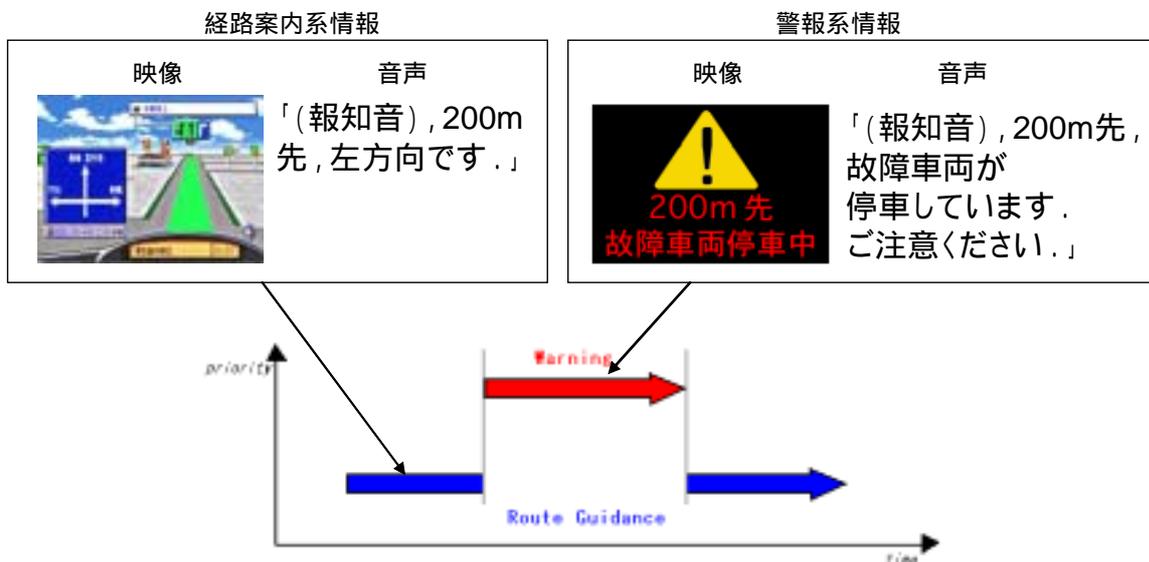


図 5.1 高優先度情報の割り込み呈示の概念

5.1.2 パーソナル・スペースと主観的重大性

複数の優先度をもった情報が呈示される場面においては，ドライバが情報受容の切り替えを混乱しない情報呈示を行うことが必要である．特に，音声情報は不可視媒体を利用した情報であることから，人間の聴覚的な認知特性を考慮した呈示優先度の表現手法を検討することが重要であると考えられる．この点において従来の単一音源を用いた検討では，情報優先度に応じてドライバが重大性や緊急性を大きく感じる警告音と物理特性で修飾を行う必要性が指摘されるなど，研究が進められている[5-6]．一方，音源の位置情報による表現も人間にとって自然な方法として考えられる．その理由は，人間の対人距離（パーソナル・スペース）である．E.T. Hall の定義 [5-7] によれば，対人間の距離がその当事者間の関係を示すと考えられている．したがって，対人距離は他者との関係を示すメッセージを持っており，この考えはプロキセミックス(proxemics)と名づけられている．Hall の定義によるパーソナル・スペースの分類を以下にまとめた．

(1) 親密距離 (intimate distance)

- 1) 近接相 (0~15cm): 身体的な接触を伴う行動が行われる．たとえば，愛情を親しい相手に伝えるためのふれあいや，逆に相手を攻撃するような行動．
- 2) 遠方相 (15~45cm): 非常に親しい間柄で，たとえば恋人同士で，ささやくような会話を行なう距離．

(2) 個人距離 (personal distance)

- 1) 近接相 (45~75cm): 親しい間柄, たとえば親しい友人同士が会話を行なう距離.
- 2) 遠方相 (75~120cm): 知り合ったばかりの友人や知人と会話をする距離.

(3) 社会距離 (social distance)

- 1) 近接相 (1.2~2m): 知らない人同士が会話をしたり, 商談をする場合に用いられる距離.
- 2) 遠方相 (2~3.5m): 公式な商談で用いられる距離.

(4) 公共距離 (public distance)

- 1) 近接相 (3.5~7m): 2者の関係が個人的なものではなく, 講演者と聴衆と言うような場合の距離.
- 2) 遠方相 (7m以上): 一般人が社会的な要職にある人物と面会するような場合におかれる距離.

このなかで,(1)親密距離の1)近接相は特に人間の情動を喚起する距離だと考えられる. 警告情報は,まわりのノイズに埋もれてしまわないようにする必要があるので,ある程度人間の情動を喚起する必要があると考えられる.したがって,近接相に音源を置くことは,心理的な訴求が期待できる.

また,バイノーラル音響を用いて頭部近傍5cmの距離から話し声を呈示したところ,頭内定位させた場合に比べて顕著な生理反応を示したことを報告した例[5-8]もあるので,重大性をもった情報を頭部近傍に置くことは効果が期待できる.

そこで,本章においては,2段階(高:警報系情報 低:経路案内系情報)の呈示優先度を頭部近傍とそれより遠方の音源の遠近によって表現する手法を提案し,遠近感がもたらす効果を検討することを目的とした[5-9].

5.2 予備実験:音色,遠近距離,音圧が主観的重大性に与える影響

5.2.1 目的

情報の呈示優先度を音源の遠近距離で表現できるかを確かめるため,予備実験を行った.距離情報を用いて情報の主観的な重大性(以下,主観的重大性)を表現するために,他の要因として考えられる音圧および音色要因との相互作用を見ておく必要性が考えられた.そこで,距離,音圧,ならびに音色の性差の3要因を組み合わせる音声呈示した場合,心理的な主観的重大性に与える影響を調べた.

5.2.2 実験計画

実験要因は(1)遠近距離要因,(2)音圧レベル要因,ならびに(3)音色の性差要因とし

た 3×3×2 の被験者間計画とした。

(1) 遠近距離要因 (20cm, 80cm, 140cm)

距離値はパーソナルスペースにおける 3 つの距離カテゴリである親密距離 (0 - 45 cm), 個体距離 (45-120 cm), 社会距離 (120 - 360 cm) [5-7] にあわせた。

(2) 音圧レベル要因 (20 dB (A), 40 dB (A), 60 dB (A))

それぞれ, ささやき声, 通常の会話, 少々大きめの会話の音圧とした。

(3) 音色の性差要因 (男声, 女声)

男声 (33 歳), 女声 (26 歳) を使用した。

なお, この他に音像の到来方向要因が考えられるが, 要因数が増えすぎることによる交互作用をさけるため, 予備実験では左方向 30° のみとした。左右差については 5.3 以降の本実験で検討することにした。

5.2.3 方法

実験は, 健聴な大学生 7 人 (男 4, 女 3) で, 20 歳から 26 歳 (平均 22.5 歳) を対象として行った。音声刺激の内容は運転状況における主観的な重大性を喚起させるため, 「200m 先, 事故車両が停車しています。ご注意ください」とした。刺激呈示インタフェースは, PC の画面上に配置したボタンをマウス操作にてクリックすると, ヘッドホンから音声が呈示されるプログラムを作成して使用した (図 5.2)。ボタンには 18 刺激がランダムに配置されており, 通し番号がついている。被験者は 1 刺激あたり合計 3 回聴取することができる。刺激が呈示された回数を知らせるために, 初期設定: 白, 1 回目: 青, 2 回目: 黄色, そして 3 回目: 赤色に変化するようにした。被験者には, 質問紙法を用いて感じた主観的的重大性について 10 段階評価を行わせた。全刺激をそれぞれ 3 回聴取した時点で, 試行は終了とした。

試行終了後, 聞こえ方についてなにか感じたことはなかったか, インタビューを行い内省報告の採取を行った。

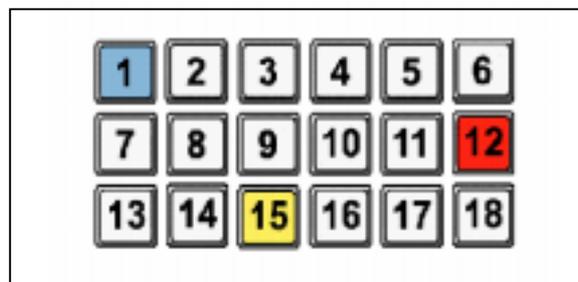


図 5.2 刺激呈示インタフェース

5.2.4 結果

分散分析の結果，表 5.2 の分散分析表にみられるように，「遠近距離 × 音圧レベル」の交互作用が有意であった ($F(4,36)=11.94$, $p < .01$)。そこで，各要因の水準別に単純効果を分析した結果，表 5.3 に示すように，音圧レベルが 40dB の場合は遠近距離要因の効果は有意でなかった。さらに，単純主効果の多重比較 (LSD 検定) を行ったところ，遠近距離 80cm において全ての音圧レベル条件間において有意差がみられた ($MSe=2.5796$, $* p < .05$)。また，同じく遠近距離 140cm 条件においても，全ての音圧レベル条件間において有意差がみられた ($MSe=3.7556$, $* p < .05$)。しかし，遠近距離 20cm 条件においてのみ，40dB 条件と 60dB 条件間のみ有意差がみられた ($MSe=2.5796$, $* p < .05$) (図 5.3)。なお，性別の効果は有意ではなかった。内省報告の結果より，7 人中 5 人の被験者が「耳元に聞こえた場合は特別な聞こえ方がした」と答えた。

以上の結果より，基本的に音圧レベルが高いほど主観的重大性は高いが，頭部近傍 20cm の場合のみ音圧レベルが 20dB と比較的小さくても主観的な重大性が高いことがわかった。

重大性を喚起するためには受聴音圧レベルを高くすることが考えられる。

しかし音源が受聴者から離れると，音源から発する音が大きくなり，同乗者にとってもうるさく感じられる可能性がある。一方，頭部近傍に音像定位させることにより，特別な聞こえ方をしていることが示唆される。頭部近傍の場合，音源位置における音圧レベルは相対的に低くなる利点がある。以上より，主観的重大性を喚起するために頭部近傍における音声提示を行うことは妥当性が示唆された。

予備実験の結果を踏まえ，以降の本実験では緊急・重大情報は頭部近傍 20cm の位置に配置することとした。

表 5.2 分散分析結果

== Analysis of Variance ==

A(3) = 距離
B(3) = 音圧レベル
C(2) = 性別

S.V	SS	df	MS	F
Sub	40.6667	9	4.5185	
A	30.0444	2	15.0222	5.13 *
SxA	52.7333	18	2.9296	
B	1209.3444	2	604.6722	130.45 **
SxB	83.4333	18	4.6352	
C	1.8000	1	1.8000	1.45 ns
SxC	11.2000	9	1.2444	
AxB	82.9889	4	20.7472	11.94 **
SxAxB	62.5667	36	1.7380	
BxC	0.3000	2	0.1500	0.09 ns
SxBxC	28.7000	18	1.5944	

CxA	1.2000	2	0.5999	0.18 ns
SxCxA	57.8000	18	3.2111	

AxBxC	3.5000	4	0.8749	0.62 ns
SxAxBxC	50.5000	36	1.4028	

Total	1716.7778	179	+p<.10 *p<.05 **p<.01	

表 5.3 「遠近距離 × 音圧レベル」の交互作用の分析表

== Analysis of AxB Interaction ==

A(3) = 距離
B(3) = 音圧レベル

A	B	N	Mean		
1	1	20	4.0000		
1	2	20	6.0500		
1	3	20	8.2500		
2	1	20	0.8500		
2	2	20	6.2500		
2	3	20	8.2000		
3	1	20	1.7000		
3	2	20	6.3000		
3	3	20	8.9000		

S.V		SS	df	MS	F

A at B1:		106.2333	2	53.1167	14.32 **
(SxA at B1:		66.7667	18	3.7093)	

A at B2:		0.6999	2	0.3499	0.20 ns
(SxA at B2:		30.6333	18	1.7019)	

A at B3:		6.1000	2	3.0500	3.07 +
(SxA at B3:		17.9000	18	0.9944)	

B at A1:		180.7000	2	90.3500	50.87 **
(SxB at A1:		31.9667	18	1.7759)	

B at A2:		579.9000	2	289.9500	112.40 **
(SxB at A2:		46.4333	18	2.5796)	

B at A3:		531.7333	2	265.8667	70.79 **
(SxB at A3:		67.6000	18	3.7556)	

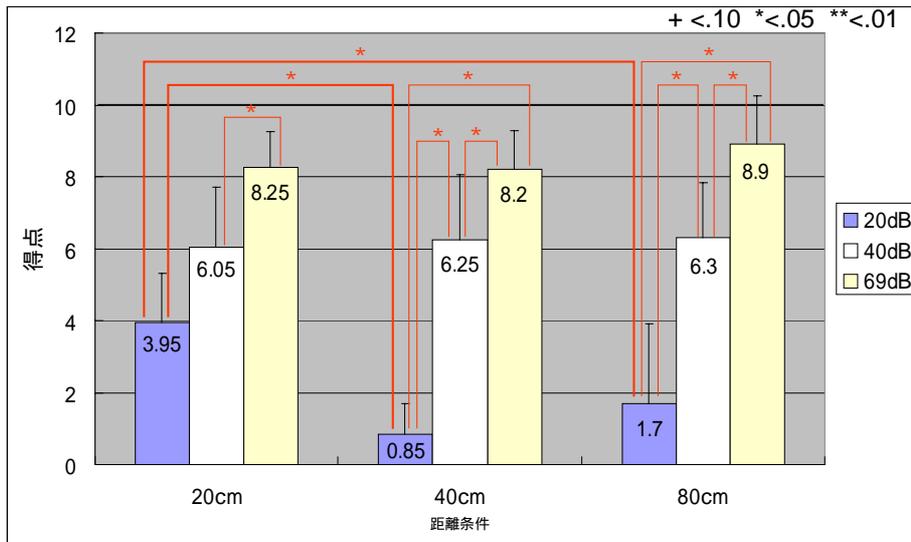


図 5.3 「遠近距離 × 音圧レベル」における主観的重大性の結果

5.3 本実験: 呈示ヒューマンインタフェースの設計

5.3.1 実験計画と音源配置

実験設計は、呈示方向と音源の遠近を要因とする、2 要因 2×2 の分散分析・被験者間計画とした(表 5.4)。これをもとに音源の空間的な配置を表したのが図 5.4 である。A 群および C 群は情報の優先度にかかわらず、音源の位置は被験者から前方 80cm の位置で音源同士の遠近差は 0cm である。B 群および D 群は低優先度情報が呈示される時は 80cm 前方に音源が呈示され、高優先度情報が呈示される時はドライバの頭部近傍 20cm に音源が呈示される。このように音源の遠近をもって情報の優先度を表現するデザインとした。なお、要因数を減らすために音色数は 1 で女声とした。

表 5.4 実験計画

		音源遠近	
		20cm	80cm
音源方向	左30deg.	A群	B群
	右30deg.	C群	D群

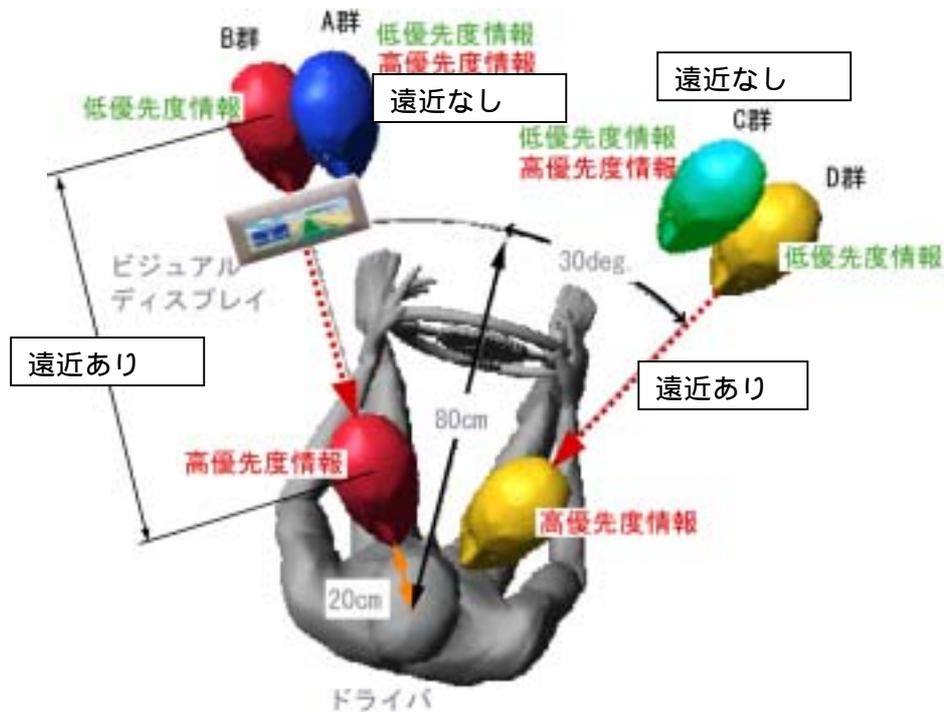


図 5.4 音源配置

5.3.2 音声の収録

刺激の収録は以下のとおり行われた。

(1) 収録場所

早稲田大学人間科学部 100 号館 401 号室 AV スタジオ

(2) 使用機材

ダミーヘッドマイク

ハードディスクレコーディング用 PC (MacintoshG4-400 / Apple)

ミキサ (MI-5000 / Victor)

(3) 収録条件

図 5.5 は収録の様子である。ダミーヘッドマイクからミキサを経由して MacintoshG4-400 に取り込み、音声編集ソフト (Wave Editor TWE V2.3.0 for Macintosh / YAMAHA) を用いて録音した。



図 5.5 音響コンテンツの収録風景

5.4 実験課題および測定項目

5.4.1 実験課題

以下の4つの作業を実験課題（タスク）とした。なお、二重課題法は用いず、運転をしながら経路選択を行うという認知負荷作業下において、群間でどのような差が見られるかを検討した。

(1) 擬似運転タスク

ターゲット（前方を走行する車両）をマウスポインタで追従してもらってトラッキング作業を行わせた。

(2) 経路選択作業

車載情報端末によるナビゲーション情報に従った経路選択作業を行わせた。経路選択は、ナビゲーション情報をもとにして判断し、右左折の必要な交差点の約30m手前において、右左折の選択を行わせる作業とした。また、左折時にはキーボードのキー、右折時にはキーによって、擬似運転ソフト画面上の方向指示器（ウィンカ）を点灯させることにより選択結果を入力させた。

(3) 情報受容過程における重大性・緊急性の判断

実験走行中、3回に渡って警報系情報が呈示される。警報系情報はそれぞれ1)事故、2)故障、そして3)緊急工事とした。これらの情報は200m手前で経路案内系情報に割り込む形で視聴覚情報を用いて呈示された。被験者には警報系情報は呈示された情報が重大性・緊急

性を含んだ危険警告情報であると判断された時点で、マウスをクリックさせた。

(4) 情報内容の記憶

1セッションにつき3回呈示される高優先度情報の呈示内容について記憶させた。

5.4.2 測定項目

測定項目は以下の(1)から(4)であった。

(1) 高優先度情報への反応時間

刺激が呈示されてから、人間の反応が完了するまでの時間を反応時間という[5-10]。このうち、一つの光や音に対し反応する場合を単純反応時間、いくつかの刺激の中から特定の刺激に対してのみ反応する場合を選択反応時間という。後者はユーザインタフェースにおいて人間が享受した情報を理解、判断し、行動するまでの時間と考えられる。したがって、選択反応時間が短いほど、そのユーザインタフェースの情報呈示は情報獲得の迅速性が高く、理解、判断がしやすいと考えられる。そこで、低優先度情報である経路案内系情報を聞きながらの運転中に、高優先度情報が音声呈示された場合の選択反応時間を測定した。

(2) 記憶課題成績

(2-1) 距離情報記憶

(2-2) イベント情報記憶

全群について、高優先度情報の呈示内容を記憶する課題を課し、情報伝達の正確性を評価した。

呈示した高優先度情報は、距離情報(例:200m先)とイベント情報(例:工事中です)により構成される。記憶課題成績の分析にあたっては、距離情報と発生イベント情報に分けて検討した。それぞれ、1セッションにつき3回ずつ呈示され、それぞれの正答数をカウントし、5点満点になるよう得点化した。

(3) 視認特性

(3-1) 高優先度情報呈示中ナビゲーション画面・平均視認頻度

人間は自動車運転時の外界情報獲得において視覚の占める割合が90%以上であるといわれる[5-11]。したがって、運転作業においては100%近い割合で視覚を割り当てなければならない[5-12]。しかし、現在実用化されているカーナビなどの車載情報機器は例外なく視覚モニタを装備しており、これを運転中に利用すること自体が運転に大きな影響を与えるという報告[5-13]がある。そこで、視覚モニタに対してできるだけ視認頻度が少ないUIが望まれる。本研究では、2種類の優先度情報が視覚情報と音声情報の両方で呈示される方式を使用した場合のモニタに対する視認頻度を計測した。

(3-2) 高優先度情報呈示中ナビゲーション画面・平均視認時間

視認頻度を測定するには人間の眼球運動の測定を行う必要がある。眼球運動の代表的な計測方法としては 1) EOG (Electro-Oculogram) 法, 2) リンバストラッカー法/強膜反射法, 3) 角膜反射法, 眼球映像画像処理法などがある [5-14] が, 1) ~ 3) の 3 種の方法は, いずれも検出装置を被験者に装着する必要がある。これは, 被験者に侵襲的であるため, 被験者の視界や動作を制限したり, 被験者に常に測定を意識させてしまうため, 本来の自然な眼の動きを制限してしまう可能性が考えられる。そこで, 被験者に非侵襲な状態で計測を行なう方法がある。以下, 非侵襲型の測定方法について述べる。

この方法では被験者から離れた位置からテレビカメラなどで眼球を撮影し, その画像を元に画像処理技術を利用して視線位置を明らかにする。

この方法を用いたものの 1 つに, 瞼裂幅の計測を行なう方式がある。得られたデータを垂直眼位と瞼裂幅の回帰式により計算し, 視線位置を推定する。瞼裂幅は個人差が小さく, 再現性の高い方式である。

また, 眼球付近にある複数の特徴点を抽出する方式もある。この方式を採用した代表的な視線運動計測機器として, Free View (竹井機器工業株式会社製) が挙げられる (図 5.6)。Free View では, 瞳孔とプルキンエ像の 2 点の中心座標を算出することで, 視線位置が求められる。本研究では, この眼球映像画像処理型を用いた。



図 5.6 眼球映像画像処理型視線計測装置(竹井機器工業株式会社製)

ここで視認とは, ドライバが車載機器を視認, 操作するために前方の路面から目を離し始めてから, 視認, 操作を終えて再び前方の路面に視線を戻すまでと定義した [5-15] (図 5.7)。

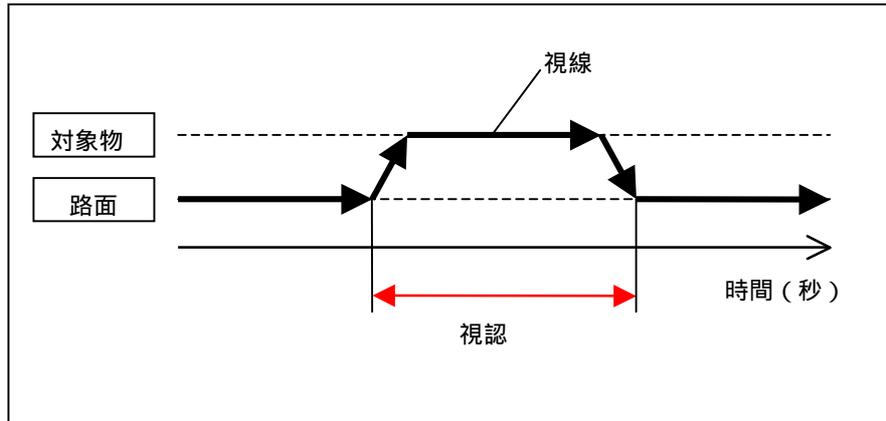


図 5.7 視認の定義

(4) メンタルワークロード評価

NASA-TLX を用いて、擬似運転タスク、および実験課題についてメンタルワークロード評価を行った。なお、算出にあたっては適応 WWL (AWWL) を用いた。

(5) 内省報告

実験後に被験者にインタビューを行って情報受容過程における重大性・緊急性の判断基準について聴取した。

5.5 実験システム

トラッキングタスクおよびナビゲーション情報呈示用の擬似運転ソフトは第 2 章で作成したシミュレータに経路選択機能と、ナビゲーション機能を付加して使用した。ナビゲーション機能は、画面の左下にカーナビの画面を表示し、地図上に経路案内表示を行った。これは、外界映像と同期して動作する。これは、PC (Macintosh G4-400 / Apple) で動作し、デジタルプロジェクタを用いて、100 インチスクリーンに投影した。このとき、被験者からスクリーンまでの距離は 1.5m で、被験者から見てフロントウィンドウの大きさおよびナビ画面はそれぞれ 33.1 インチ、8 インチ相当であった。呈示画面を図 5.8 に示す。

音響刺激は、ヘッドホン (MDR-CD900ST / SONY) を用いて呈示した。呈示音声の音量は、ISO/DIS 15006 Revised に従い、普通乗用車の運転者の位置で収録したロードノイズを 60dB (A) とし、呈示音声の音量は、聴取者から 80cm の音源は 65dB (A) とした。また、20cm の音源は 70dB (A) とした。経路案内系情報は、画面表示と併せて音声でも「200m 先、左方向です」のように距離と方向の指示を行った (図 5.9)。被験者の着席位置は、大型スクリーン上に投影された擬似運転ソフト画面のハンドルの真正面で、かつナビゲーションモニタの左辺が左 30° に位置するように設定した。擬似運転タスク用のマウス・キーボードを、被験者正面に設置した。

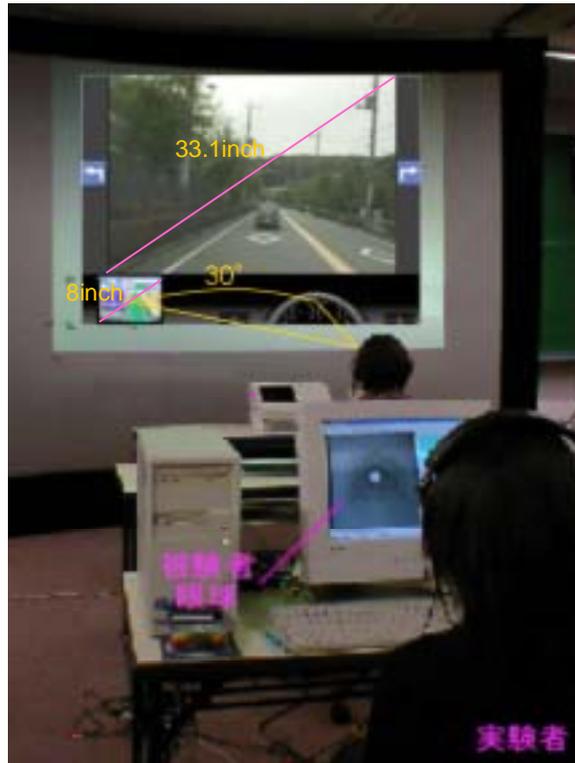


図 5.8 呈示画面

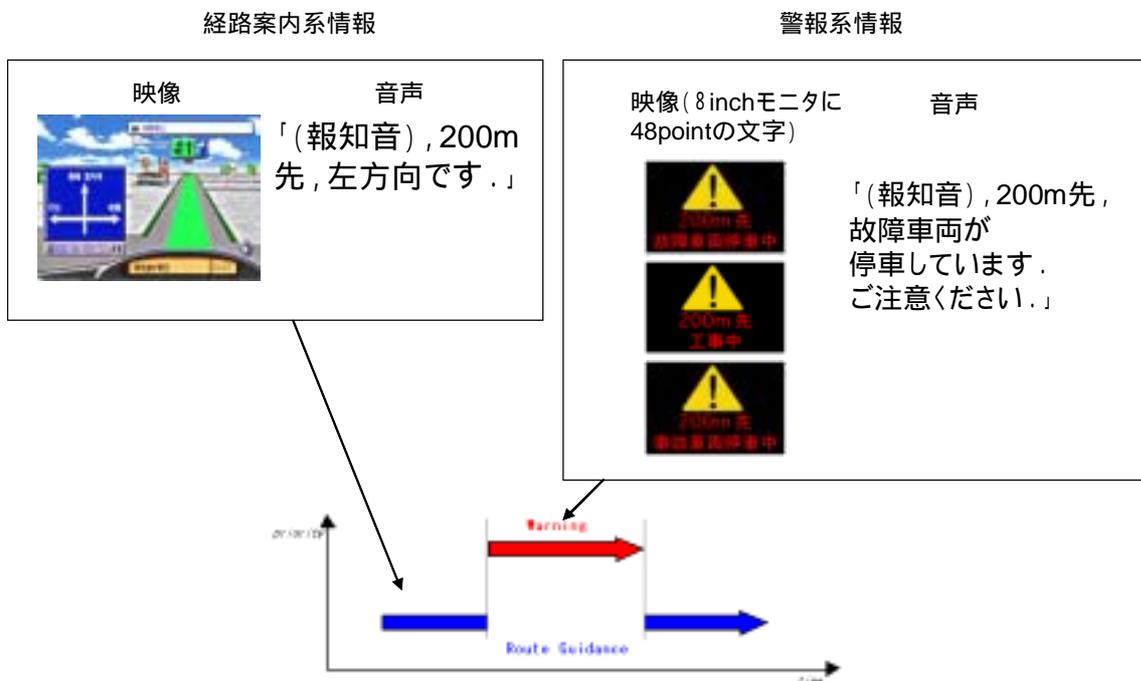


図 5.9 各優先度情報における呈示設定

視線計測には非侵襲型の視線計測装置（Free View / 竹井機器工業株式会社製）を用いた。被験者の頭部は顎固定台に固定して測定を行った。測定プログラムは Windows98 作り，実験者はモニタ上で被験者の視線の動きを確認することができる。実験で得られた視線運動計測データは，Hi-8 型ビデオカセットレコーダ（GV-A700 / SONY）に収録された。実験中のシミュレータ画面は，TV コンバータ（TVC-XGA/PRO / I-O DATA）を用いて，デジタルビデオカセットレコーダ（GV-D900 / SONY）に記録された。実験システムを図 5.10 に示す。

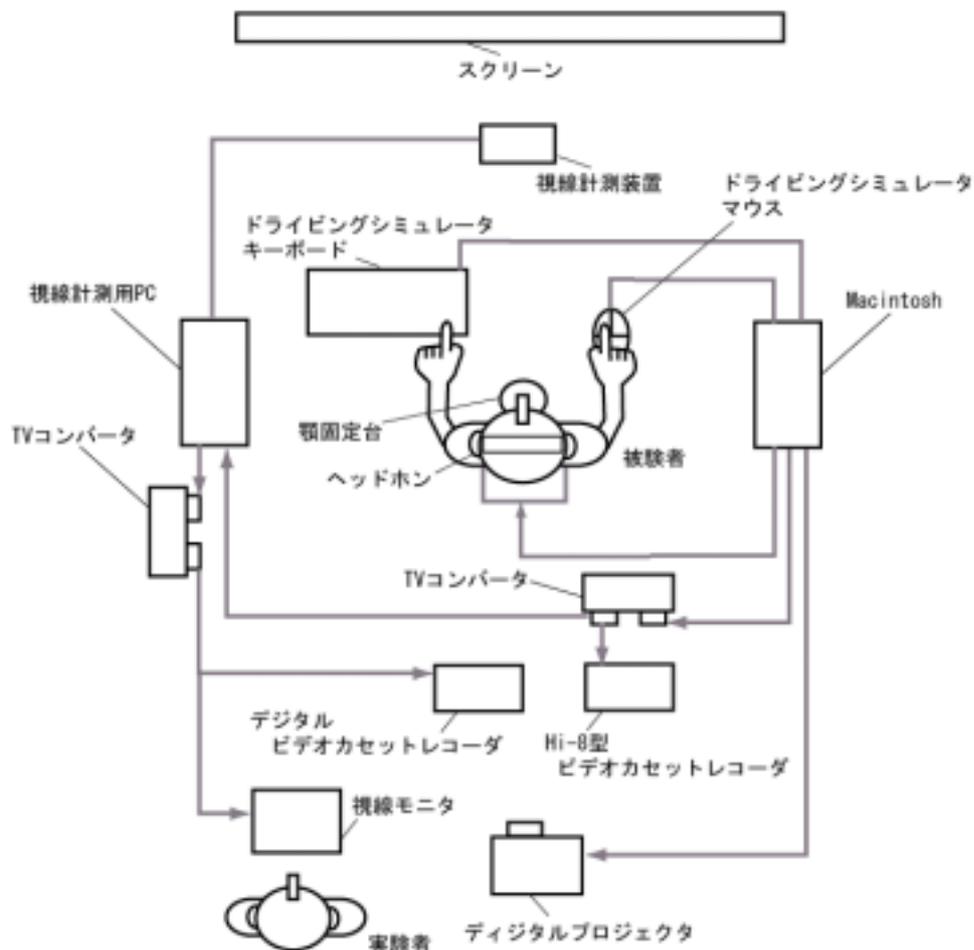


図 5.10 実験システム

5.6 実験手続き

5.6.1 実験場所および被験者

(1) 実験場所

神奈川工科大学 E1 号館 501 号室 AV ルーム

(2) 被験者

視聴覚ともに健常な 20 歳から 30 歳までの自動車運転経験のある者．具体的には以下のとおりであった．

- ・ A 群...20 歳から 21 歳までの男性 1 名女性 4 名 合計 5 名
- ・ B 群...20 歳から 24 歳までの男性 6 名女性 0 名 合計 6 名
- ・ C 群...20 歳から 28 歳までの男性 4 名女性 1 名 合計 5 名
- ・ D 群...20 歳から 30 歳までの男性 4 名女性 2 名 合計 6 名

5.6.2 実験手順

実験手順は以下のとおりであった．

- (1) 被験者に視線計測器装置の正面に着席してもらい，視線較正を行った（図 5.11）．
- (2) 実験中に行う擬似運転タスクと実験課題について教示を行った．
- (3) 低優先度情報と高優先度情報についてそれぞれサンプルを視聴覚呈示した．
- (4) 実験を開始し，擬似運転タスク作業と実験課題を行わせた（図 5.12）．
- (5) 実験終了後，実験課題に関する質問紙調査を実施した．また，質問紙上にて内省報告を採取した．

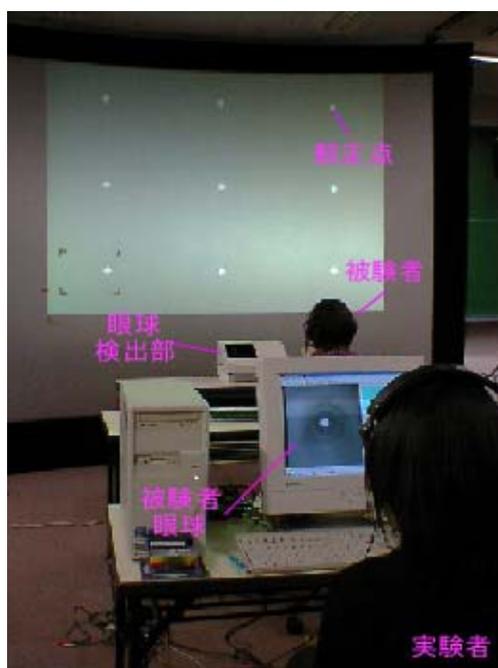


図 5.11 視線較正風景



図 5.12 実験風景

5.7 結果

分析にあたり、各群の被験者数 (n) にばらつきがあるので、調和平均による便宜上の「等しい N 」を使用した。その上で、実験計画法に基づく被験者間計画の、方向と遠近を要因とした 2×2 の分散分析を行った。

5.7.1 高優先度情報に対する反応時間

分散分析の結果、方向要因と遠近要因の交互作用に 1% 水準で有意差が認められた ($F(1, 21) = 13.55, p < 0.01$)。

そこで、水準ごとに単純主効果を分析した結果、表 5.5 のとおりになった。すなわち、方向要因は遠近無し条件において 1% 水準で有意であるが、遠近あり条件においては有意でない。また、遠近要因は方向要因の左 30° においては 1% 水準で有意、右 30° においては 5% 水準で有意となった (図 5.13)。

表 5.5 分散分析表(高優先度情報への反応時間)

主要因	SS	df	MS	F	
方向	2.5294	1	2.5294	6.62	*
(方向at0cm	7.4695	1	7.4695	19.56	**)
(方向at70cm	0.2341	1	0.2341	0.61	ns)
呈示距離の差	21.9718	1	21.9718	57.53	**
(呈示距離の差at左30°	24.2355	1	24.2355	63.45	**)
(呈示距離の差at右30°	2.9106	1	2.9106	7.62	*)
方向*呈示距離の差	5.1743	1	5.1743	13.55	**
Sub	6.8749	18	0.3819		
Total	38.5504	21			+p<.10 * p<.05 **p<.01

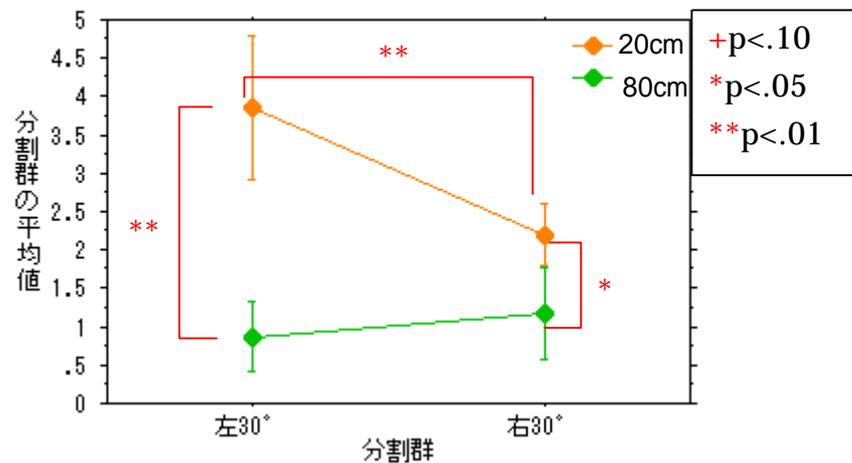


図 5.13 反応時間・交互作用グラフ

5.7.2 記憶課題成績

(1) 距離情報記憶課題

分散分析の結果,方向要因において有意差は認められなかったが($F(1,21)=0.09, p>0.10$), 遠近要因においては1%水準で有意差が認められた($F(1,21)=19.51, p<0.01$)(図 5.14).

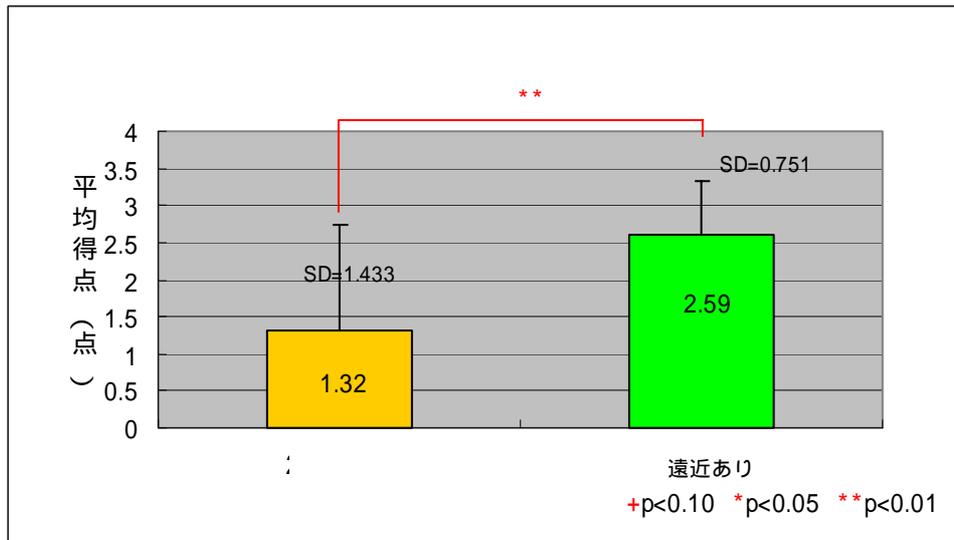


図 5.14 距離情報記憶課題結果

(2) イベント情報記憶課題

分散分析の結果、方向要因において有意差は認められなかったが ($F(1,21)=0.33, p>0.10$), 遠近要因においては5%水準で有意差が認められた ($F(1,21)=5.30, p<0.05$) (図 5.15)。

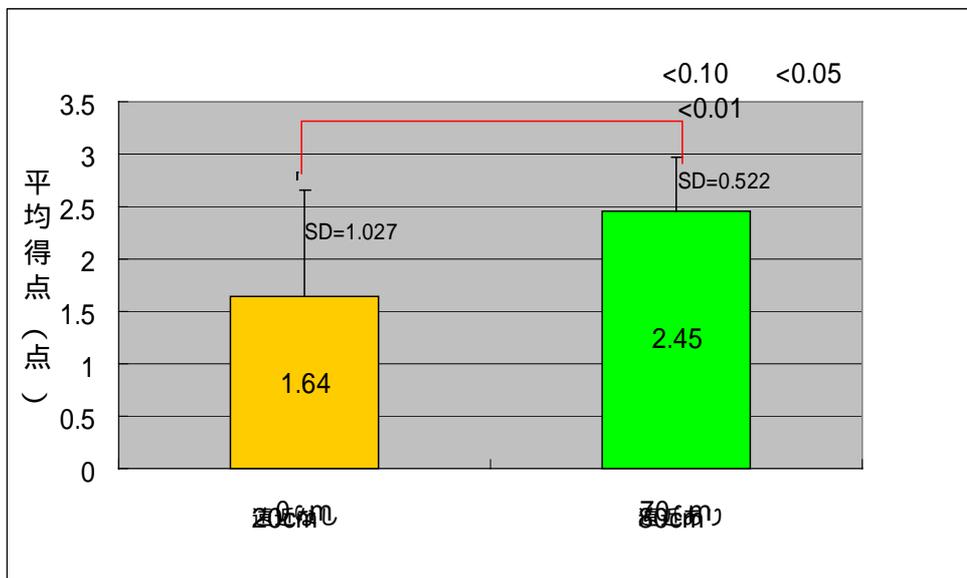


図 5.15 イベント情報記憶課題成績結果

5.7.3 視認特性

(1) 高優先度情報呈示中ナビゲーション画面視認時間

分散分析の結果,方向要因においても,遠近要因においても有意ではなかった(図 5.16).
方向要因 ($F(1,21)=0.24, p>0.10$), 遠近要因 ($F(1,21)=0.30, p>0.10$).

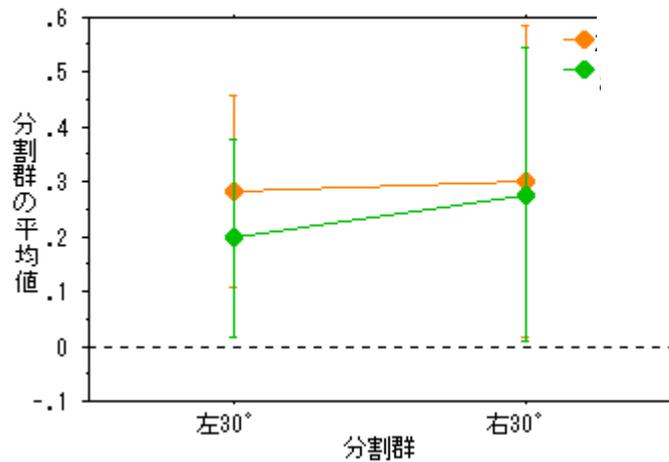


図 5.16 高優先度情報呈示中ナビゲーション画面注視時間結果

(2) 高優先度情報呈示中ナビゲーション画面視認頻度

分散分析の結果,遠近要因の主効果において有意差が認められた($F(1,21)=0.30, p>0.10$)
(図 5.17)(図 5.18).

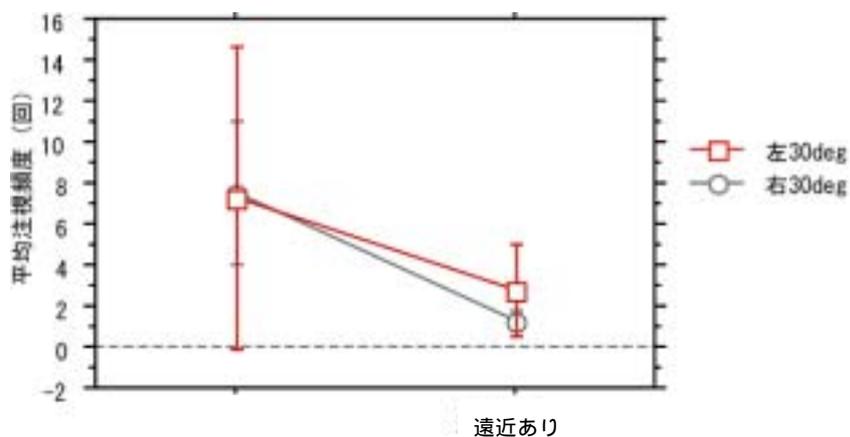


図 5.17 高優先度情報呈示中ナビゲーション画面視認頻度結果

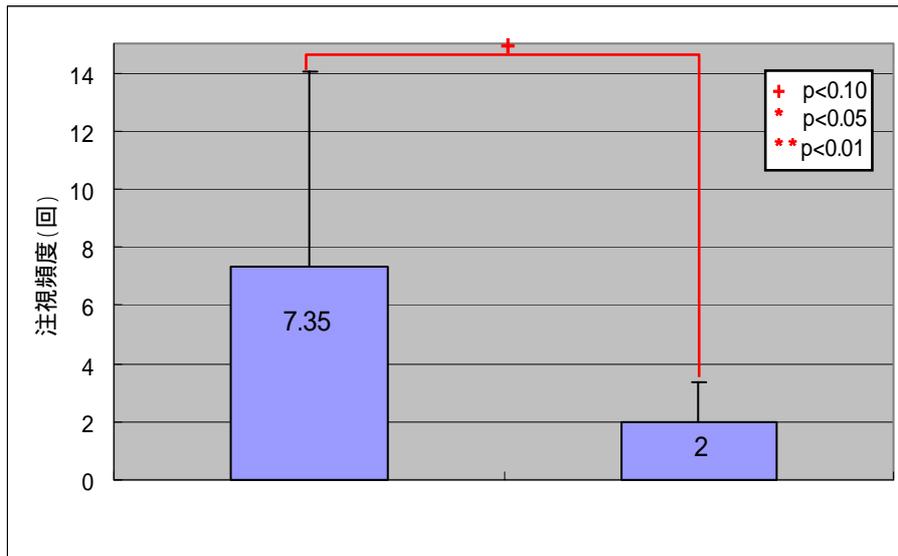


図 5.18 遠近要因における平均視認頻度

5.7.4 メンタルワークロード評価

分散分析の結果，方向要因において有意差は認められず ($F(1,21) = 0.00, p > 0.10$)，遠近要因においても有意差が認められなかった ($F(1,21) = 0.54, p > 0.10$) (図 5.19)。

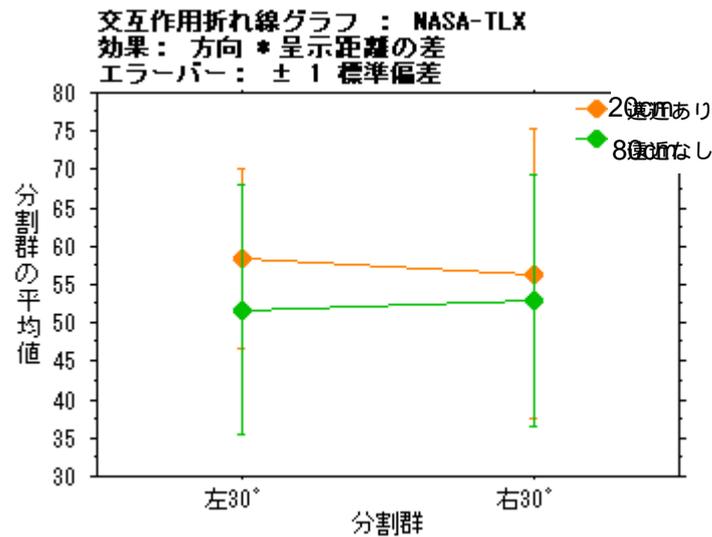


図 5.19 NASA-TLX メンタルワークロード値(AWWL)結果

5.7.5 内省報告

実験終了後，内省報告にて，情報受容過程における重大性・緊急性の判断基準について，

回答を求めた（複数回答可）。

その結果，被験者のプロトコルより，情報受容過程における重大性・緊急性の判断基準として，以下の4条件が採取された。

- 1) 情報内容（聴覚情報利用）
- 2) ナビゲーション画面情報（視覚情報利用）
- 3) 割り込み呈示による違和感（聴覚情報利用）
- 4) 音の聞こえ方の差異 = 音量差・音圧差・呈示距離差（聴覚情報利用）

採取された判断基準を，各群別に検討した結果（表 5.6），A 群と C 群においては，視覚情報の利用する被験者と聴覚情報を利用する被験者の2パターンに分かれた。

また，B 群と D 群においては，全ての被験者が聴覚情報を利用しており，そのほとんどが音の聞こえ方の差異と回答していることがわかった。

表 5.6 重大性・緊急性の判断基準

群	視覚情報利用	聴覚情報利用
A 群	ナビゲーション画面情報（4）	情報内容（3）
B 群	-	音の聞こえ方の差異（6） 割り込み呈示による違和感（1）
C 群	ナビゲーション画面情報（6）	割り込み呈示による違和感（1）
D 群	-	音の聞こえ方の差異（5） 割り込み呈示による違和感（1）

*（ ）内の数字は人数を表す。複数回答可。

5.8 考察

高優先度情報に対する選択反応時間の結果より，遠近情報を用いる場合は，用いない場合に比べて，左 30° においては顕著に反応時間が早くなることがわかった。また，遠近情報がない場合でも，モニタ位置から音源を右 30° の位置に分離することで，顕著に反応時間が短縮することがわかった。ただし，交互作用が有意となった要因として，性差が考えられる。B，C，D 群とも被験者の女性が占める割合が 0～30%であったのに対して，A 群のみ 80%と高かったからである。今後は性差を考慮した実験が必要と考えられる。

高優先度情報を呈示した場合の距離情報記憶課題およびイベント情報記憶課題の結果より，音源の遠近情報を用いた場合，従来の手法に比べて顕著に記憶の正確性が向上することがわかった。また，距離情報およびイベント情報を記憶する際に，音源の方向は関係ないことがわかった。このことから，距離情報とイベント情報から構成されるナビゲーション情報を呈

示す際に、空間的に遠近情報を用いる提案手法は、作動記憶の保持に貢献することがわかった。

視認頻度の結果より、遠近情報をもたせることは、従来の音源遠近情報をもたない呈示法に比べて、視認頻度を顕著に減少させることがわかった。また、方向の左右差は関係しないことも明らかとなった。

メンタルワークロード評価の検討結果より、要因間に顕著な差は見られなかった。特に、方向要因においては、左 30° の群と右 30° の群の AWWL SCORE の平均値が等しく、方向要因、距離差要因ともに、ドライバのメンタルワークロードに大きな影響は与えていないと思われる。

内省報告の結果より、遠近ありの場合は、聴覚情報によって重大性・緊急性の判断を行い、遠近なしの場合は、視覚情報を利用して重大性・緊急性の判断を行っていることがわかった。

5.9 まとめ

以上を総括すると ITS 情報の統合管理手法に基づき、音源の呈示位置に遠近をもたせて呈示する手法を提案した。具体的には低優先度情報を運転者から 80cm の位置から呈示し、高優先度情報を頭部近傍から呈示する条件で検討を行った。その結果、運転中に高優先度情報を獲得しなければならない状況において以下の知見が得られた。

- (1) 頭部近傍では比較的小さい音でも主観的重大性を高く感じる傾向がある。
- (2) 作動記憶の保持に大きく貢献する。
- (3) モニタに対する視認頻度を顕著に減少させる。
- (4) メンタルワークロードに大きな影響はない。
- (5) 心理的に聴覚中心の情報受容が行われる。
- (6) 今回の条件下では、結果に左右差は認められない。